

用坐标系旋转功能结合子程序调用功能简化编程的应用

张文亮

(山东泰安煤矿机械有限公司 山东 泰安 271000)

摘要：盘类工件在圆周上有许多相同的图形组成的复杂零件，则可将图形单元编成子程序，然后用坐标系旋转功能结合子程序调用指令来简化编程。这样就可以利用手工编程来完成复杂盘类工件的程序编制。这样可极大地减少编程时间，避免编写繁杂程序容易出错，避免了用 CAM 软件编程需要建模、创建工序、生成轨迹等庞大的工作量，节约加工时间，化繁为简。

关键词：坐标系旋转；子程序调用；数控编程；盘类工件

0 引言

数控程序编制是数控加工的核心，首先通过零件图纸要求，制定零件加工工艺，计算刀具走刀路线，得出刀具轨迹坐标点，编写数控加工程序；制作控制介质；校队程序及首件试切。数控编程包括手工编程、自动编程和宏程序编程。

1 数控编程的种类

手工编程就是根据工件图纸、指定工件的加工工艺、通过数值计算、编写零件的加工程序，向机床输入加工程序都是人工完成。编程人员要记住编程序用到的数控指令和编程方法，掌握数控加工工艺知识和对图纸的数学分析能力。对于简单的零部件、计算量小、程序内容少，编写方便的零件，适用于手工编程加工。

自动编程是通过计算机编程软件来编写数控加工程序，编程人员需要建模，创建三维工件图形，再创建几何体，创建刀具，创建加工方法，创建工序生成加工轨迹，最后通过后处理生成数控机床可识别的加工程序，对工件进行加工。常用的数控自动编程 CAM 软件有 UGNX、CATIA、Pro/E、Solidworks。有些零件复杂型面的编程靠手工编程很难实现。自动编程已成为数控加工的主要编程方式。自动编程是轨迹编程。

宏程序编程，所谓宏程序，就是以变量的组合，通过各种算数和逻辑运算、转移和循环等命令而编制的一种可以灵活运用的程序，只要给变量一个变化规律，就可以让机床完成复杂轨迹的加工。用户宏程序类似于子程序调用，可以简化程序的编制，提高工作效率。宏程序是参数编程，需要手工编写。

2 各种编程方法的特点

在实际工作中，三种编程方法各有利弊。对于形状简单的零件和加工量小的工件直接手工编程完成加工省时省力、节约时间，提高工作效率，而且方式比较简单，很容易掌握，适应性较大，适用于非模具加工的零件。宏程序具有灵活性、通用性和智能化，适用于规则曲面的编程，例如球面、椭圆曲面、双曲线曲面等。因为 CAM 软件编程工作量大、程序庞大、加工参数不易修改，只要加工参数发生任何变化，CAM 软件也要根据变化的加工参数重新计算刀具路径。而宏程序只需要改一下变量值和变化规律，就可以完成不同加工，同时给与操作人员极大的自由调整空间。

3 用坐标系旋转功能结合子程序调用指令来简化复杂盘类工件的编程举例

3.1 子程序调用功能

M98 子程序呼出。M99 从子程序返回。PXXXX 调用的子程序号。LX 子程序重复执行次数。格式：

M98 P L；子程序呼叫

M99 P；子程序结束

3.2 坐标系旋转功能

G68 坐标系开始旋转。G69 坐标系旋转取消指令。格式：

G68 X Y R；坐标系旋转开始

G69；坐标系旋转取消

3.2.1 常规方法编制程序

常规手工编程方法需要把整个销齿轮的所有齿的交点、切点、轮廓节点的坐标都在制图软件上测量标注出来，然后再利用每个点的坐标进行编程。因为有很多齿，

点很多，有几百个，所以编制程序工作量很大，编制的程序也很复杂，在数控系统中占用的内存也很大。在编制程序的过程中也很容易出错。

- (1) 先用制图软件绘图标注尺寸（图 1）。
- (2) 程序编制如下。

```
O0001 ;
G40 G49 G80 ;
G90 G17 G54 ;
MO3 S200;
G00 Z100 ;
X510. Y0 .;
Z-72.5 ;
G01 G42 X470.36 Y-32.78 D1 F100 ;
G03 X442.63 Y-22.98 R50. ;
G02 X442.63 Y22.98 R23. ;
G03 X470.36 Y32.78 R50. ;
G03 X465.86 Y72.71 R471.5 F600 ;
G03 X436.64 Y76.09 R50. F100 ;
G02 X426.41 Y120.9 R23. ;
G03 X451.27 Y136.62 R50. ;
G03 X438. Y174.55 R471.5 F600 ;
G03 X408.76 Y171.34 R50. F100 ;
G02 X388.82 Y212.75 R23. ;
G03 X409.56 Y233.61 R50. ;
G03 X388.2 Y267.6 R471.5 F600 ;
G03 X360.39 Y258.01 R50. F100 ;
G02 X331.73 Y293.94 R23. ;
```

```
G03 X347.3 Y318.89 R50. ;
G03X318.9 Y347.3 R471.5 F600 ;
G03 X293.94 Y331.73 R50. F100 ;
G02 X258.01 Y360.39 R23. ;
G03 X267.64 Y388.18 R50. ;
G03 X233.6 Y409.6 R471.5 F600 ;
G03 X212.75 Y388.82 R50. F100 ;
G02 X171.34 Y408.76 R23. ;
G03 X174.55 Y438. R50. ;
G03 X136.6 Y451.3 R471.5 F600 ;
G03 X120.9 Y426.41 R50. F100 ;
G02 X76.09 Y436.64 R23. ;
G03 X72.71 Y465.86 R50. ;
G03 X32.8 Y470.4 R471.5 F600 ;
G03 X22.98 Y442.63 R50. F100 ;
G02 X-22.98 Y442.63 R23. ;
G03 X-32.78 Y470.36 R50. ;
G03 X-72.7 Y465.9 R471.5 F600 ;
G03 X-76.09 Y436.64 R50. F100 ;
G03 X-120.9 Y426.41 R23. ;
G03 X-136.62 Y451.27 R50. ;
G03 X-174.6 Y438. R471.5 F600 ;
G03 X-171.34 Y408.76 R50. F100 ;
G02 X-212.75 Y388.82 R23. ;
G03 X-233.61 Y409 56 R50. ;
G03 X-267.6 Y388. R471.5 F600 ;
G03 X-258.01 Y360.39 R50. F100 ;
```



图 1 销齿齿轮齿形尺寸图

G02 X-293.94 Y331.73 R23. ;
 G03 X-318.89 Y347.3 R50. ;
 G03 X-347.3 Y319. R471.5 F600 ;
 G03 X-331.73 Y293.94 R50. F100 ;
 G02 X-360.39 Y258.01 R23. ;
 G03 X-388.18 Y267.64 R50. ;
 G03 X-409.6 Y233.6 R471.5 F600 ;
 G03 X-388.83 Y212.75 R50. F100 ;
 G02 X-408.76 Y171.34 R23. ;
 G03 X-438. Y174.55 R50. ;
 G03 X-451. Y136.6 R471.5 F600 ;
 G03 X-426.41 Y120.9 R50. F100 ;
 G02 X-436.64 Y76.09 R23. ;
 G03 X-465.86 Y72.71 R50. ;

G00 Z100. ;
 M30 ;

3.2.2 用坐标系旋转功能结合子程序调用功能编制程序

用坐标系旋转功能结合子程序调用功能手工编制加工销齿轮的程序,只需要画出一个齿的轮廓,标出一个齿的节点尺寸,编制一个齿的程序就可以。这样可以极大地简化编程的长度,节约编程时间,有效地避免了绘图标注尺寸时和编程时出现错误的概率。

(1) 绘图标注尺寸(图2)。

(2) 程序编制如下。

O0002 ;
 G40 G49 G80 ;
 G90 G17 G54 ;
 M03 S200 ;

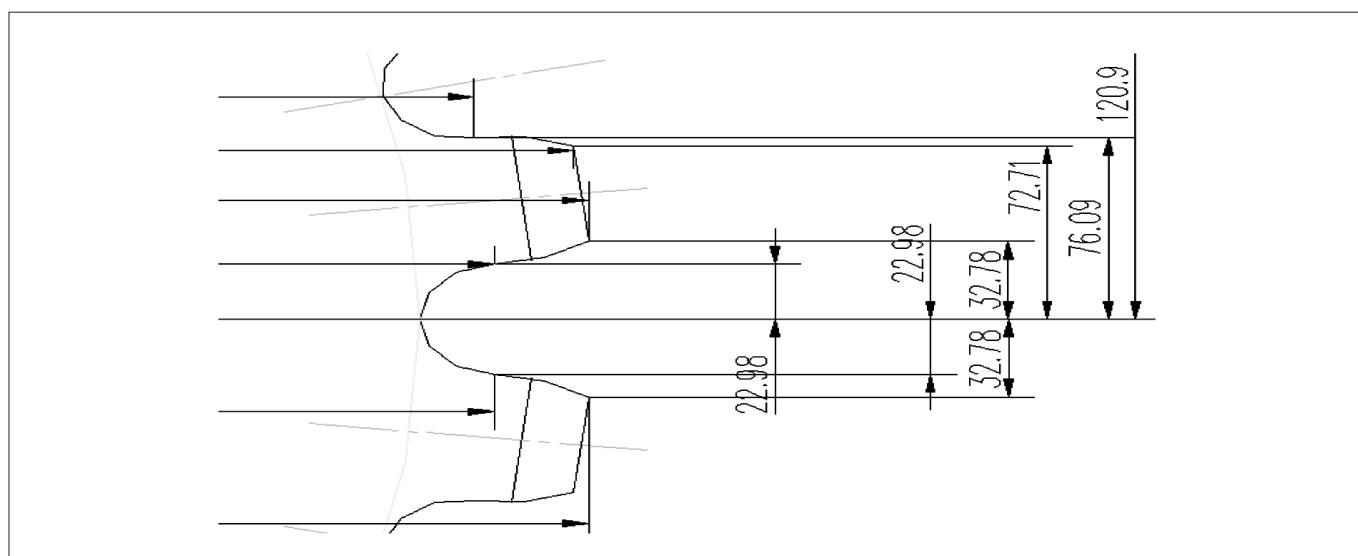


图2 销齿轮单个齿形尺寸图

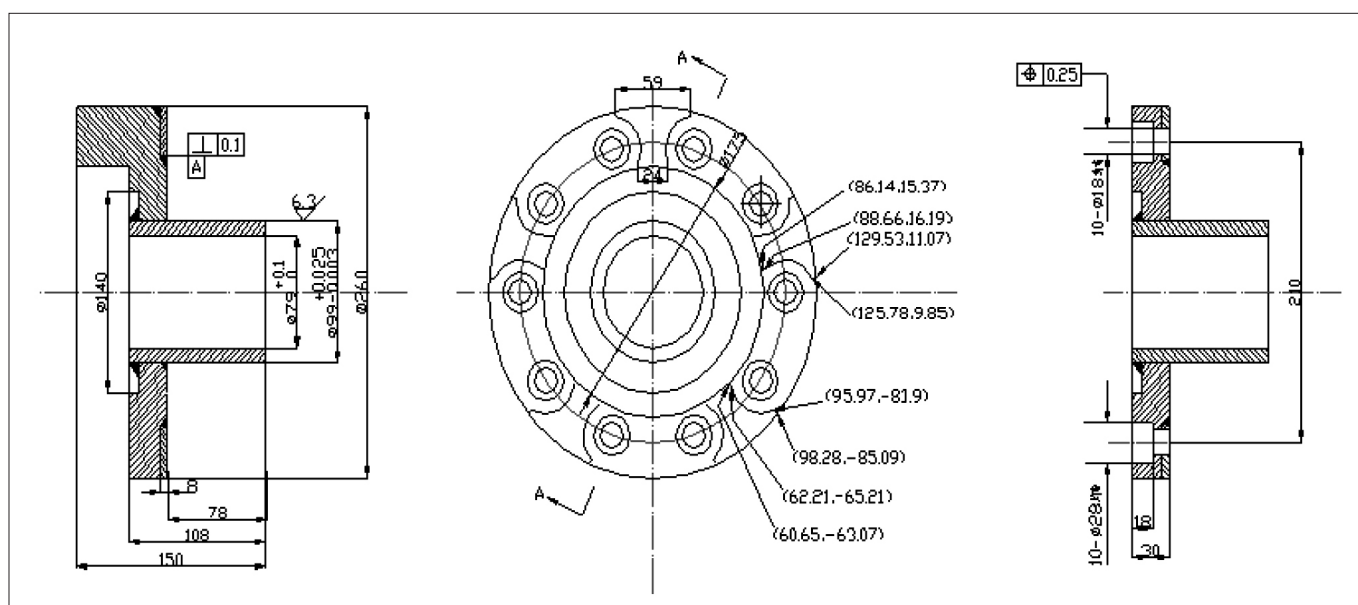


图3 梅花联轴器零件三视图

```
G00 Z100.;
M98 P0003 L14;
G00 Z100.;
G69;
M30;
O0003;
G90 G00 G40 X470. Y-10.;
Z-72.;
G01 G42 X470.36 Y-32.78D1 F100;
G03 X442.63 Y-22.98 R50;
G02 X442.63 Y22.98 R23.;
G03 X470.36 Y32.78 R50.;
G03 X465.86 Y72.71 R471.5 ;
G68 X0. Y0. G91 R12.857;
M99;
```

4 结语

由以上两种手工编程方法可以看出,用坐标系旋转功能结合子程序调用功能编制加工销齿轮的程序,程序很简短,编写也很方便,相较于软件自动编程,工作量也要小的多,也更简便。同时对于加工同类型的零件修改加工参数也比软件编程加工参数更容易修改,软件自动编程只要加工参数发生任何变化,CAM 软件也要根据变化的加工参数重新计算刀具路径。坐标系旋转功能结合子程序调用功能在加工梅花连轴器(图 3),加工长空法兰(图 4)等圆周阵列图形形时都可以使用。

参考文献:

[1] 刘会永,张松,李剑锋.采用改进 CNN-BiLSTM 模型的

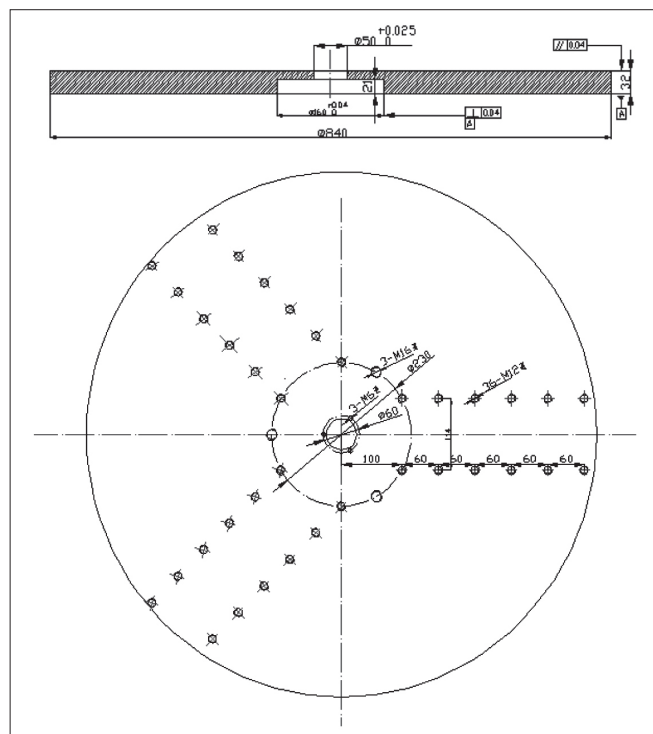


图 4 卡盘零件图

刀具磨损状态监测[J].中国机械工程,2021(10):1-10.

[2] 张文亮.浅述数控车削中宏程序的应用[J].中国高新区,2019,3(3):47.

[3] 马健.数控技术在现代机械加工中的应用探究[J].内燃机与配件,2022(6):135-137.

[4] 胡育辉,赵宏利,张宇.数控宏程序手册[M].北京:化学工业出版社,2010.

作者简介: 张文亮(1985.09-),男,汉族,山东泰安人,大专,高级技师,研究方向:数控加工。

